Lane Medical Library
STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
28 1930

Aus der Universitäts-Kinderklinik in Gießen
Direktor: Professor Dr. Koeppe

Zur Methodik der Bestimmung der Blutkatalase

Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von
Hans Jost
Appr. Arzt
aus Rüdesheim am Rhein

Gießen 1929
Druckerei Wilh. Herr

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen
Fakultät zu Gießen.
Referent: Professor Dr. Koeppe.

Zur Methodik der Bestimmung der Blutkatalase.

Bei der modernen Auffassung der Hormone, Vitamine und Enzyme als Katalysatoren gewinnen die Untersuchungen über die Enzyme wieder an Interesse.

Insbesondere die Katalase, das Wasserstoffsuperoxyd-zersetzende Ferment, welches wohl in allen lebenden Zellen vorhanden ist, wird neuerdings wieder häufiger untersucht. Dieses Ferment eignet sich besonders zu Untersuchungen, weil wir Methoden haben, seine Wirkung zu messen.

Insbesondere sind Untersuchungen über den Katalasegehalt des Blutes gemacht worden. Man bezeichnet als „Katalasezahl" die in Milligramm H_2O_2 ausgedrückte Peroxydmenge, die durch 0,001 ccm Blut unter bestimmten Bedingungen zersetzt wird. Hiernach könnte man meinen, daß für die Katalasebestimmung des Blutes eine sichere Methode besteht; und diese Methode wird auch in der bisherigen Literatur als sicher angenommen. Einzelheiten über die Methode werden kaum noch erwähnt: höchstens wird angegeben, ob die Methode der Titration des H_2O_2 verwendet wurde oder die volumetrische Methode: Messung des von H_2O_2 abgespalteten Sauerstoffs. Auffallend erschien nur, daß Vergleichungen der Untersuchungsresultate der verschiedenen Autoren noch wenig zu finden sind.

Als mir die Aufgabe gestellt wurde, den Katalasegehalt des Blutes bei Kindern zu bestimmen, stellte sich bald heraus, daß selbst bei Verwendung desselben Blutes die Katalasewerte verschieden waren, wenn nicht absolut der gleiche Gang des Versuchs eingehalten wurde.

Ich mußte deshalb vorher untersuchen, durch welche Faktoren das Resultat bei Katalasebestimmungen beeinflußt wird.

Die Methode der Volummessung — ausführlich von Schellhase und Schmitt beschrieben — erlaubt zu gleicher Zeit mehrere Versuche nebeneinander anzustellen und den Verlauf der H_2O_2 Zersetzung fortlaufend zu beobachten, indem man von 5 zu 5 Minuten die Menge des entwickelten O_2 an der Bürettengraduierung ablesen kann; für jeden Zeitraum kann man durch Addition die Gesamt-O_2-Entwicklung angeben. Zunächst wurde festzustellen gesucht, ob die Verwendung verschieden konzentrierter H_2O_2-Lösungen unter sonst gleichen Bedingungen von Einfluß auf das Resultat ist. Es wurde verglichen zunächst 1% mit 4% H_2O_2-Lösung, von denen je 5 ccm durch 2,5 cbmm Blut zersetzt wurden.

Als Vorversuch wurden in 3 Büretten gleichzeitig die Mengen des abgeschiedenen O_2 gemessen bei Verwendung gleicher Mengen desselben Blutes mit Zusatz gleicher Mengen Aqua dest. steril. (2,5 ccm) und alsdann zufließen lassen von gleichen Mengen (5 ccm) 1%ige H_2O_2-Lösung. Da in allen 3 Katalasemessern der Versuch unter absolut gleichen Verhältnissen angestellt wurde, bedeuten die Unterschiede der 3 Versuchsergebnisse die Fehlergrenze, unter der wir mit dieser Methode arbeiten.

Versuch I.

	a		b		c	
Blut	2,5 cmm		2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1%		5,0 ccm 1%		5,0 ccm 1%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand* i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm	Wasserstand* i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm	Wasserstand* i. der Bürette B 3	Entwickelter O_2 in ccm
2	3,2(+5.-)	3,2	3,0(+5.-)	3,0	2,8(+5.-)	2,9
4	6,7	3,5	6,4	3,4	6,3	3,4
6	9,7	3,0	9,5	3,1	9,4	3,1
8	12,7	3,0	12,4	2,9	12,4	3,0
10	14,8	2,1	14,6	2,2	14,5	2,1
12	16,4	1,6	16,2	1,6	16,1	1,6
14	17,5	1,1	17,4	1,2	17,2	1,1
16	18,0	0,5	18,0	0,6	17,8	0,6
18	18,5	0,5	18,5	0,5	18,3	0,5
20	18,9	0,4	18,9	0,4	18,7	0,4
22	19,1	0,2	19,1	0,2	19,0	0,3
24	19,3	0,2	19,3	0,2	19,2	0,2
26	19,5	0,2	19,5	0,2	19,4	0,2
28	19,7	0,2	19,7	0,2	19,6	0,2
30	19,9	0,2	19,9	0,2	19,8	0,2
32	20,1	0,2	20,1	0,2	20,0	0,2
34	20,3	0,2	20,3	0,2	20,2	0,2
36	20,4	0,1	20,4	0,1	20,4	0,2
38	20,5	0,1	20,5	0,1	20,5	0,1
40	20,5	—	20,5	—	20,5	—
42	20,5	—	20,5	—	20,5	—
44	20,6	0,1	20,6	0,1	20,6	0,1
46	20,6	—	20,6	—	20,6	—
50	20,7	0,1	20,7	0,1	20,7	0,1
60	20,8	0,1	20,8	0,1	20,8	0,1
70	20,9	0,1	20,9	0,1	20,9	0,1
80	21,0	0,1	21,0	0,1	21,0	0,1

Versuch I.

* Der Wasserstand der Bürette war 0 bei Beginn, nach 2 Minuten 8,2; davon sind 5,0 abzuziehen, weil durch Zulauf von 5 ccm H_2O_2 in das Gefäß 5 ccm Luft verdrängt werden, welche

den Wasserstand in der Bürette um 5 ccm senkten; gleichzeitig mit den ersten Tropfen H_2O_2-Lösung begann aber auch die H_2O_2-Zersetzung im Gefäß; dieses Quantum O_2 ging gleichzeitig mit der verdrängten Luft in die Meßbürette: deshalb muß man eine genau bekannte Menge H_2O_2-Lösung einlaufen lassen. Zur übersichtlichen Darstellung ist in der Tabelle — ebenso wie in allen folgenden — diese Einlaufmenge 5 ccm von der Gesamtmenge abgezogen worden und nur die Menge des entwickelten O_2 vermerkt.

Die Übersicht der Ablesungen ergibt eine bemerkenswerte Übereinstimmung. Bei keiner Ablesung — außer der ersten — ist eine größere Differenz als 0,1 ccm vorhanden. Die Ablesung nach 2 Minuten ergibt als größte Differenz 0,3 ccm; doch ist hierbei zu bedenken, daß eben hier in den ersten Minuten die stärkste O_2-Entwicklung stattgefunden hat und die Ablesung nicht zu absolut gleicher Zeit erfolgt. Der kurze Zeitunterschied zwischen den 3 Ablesungen genügt bei der stürmischen O_2-Entwicklung die größere Differenz bei der Ablesung zu bewirken. In allen 3 Versuchen verläuft die H_2O_2-Zersetzung gleichmäßig in dem Sinne, daß die ersten Minuten die stärkste Zersetzung messen lassen; die Zersetzung läßt schnell nach, hält aber noch lange an. Nach 80 Minuten ist in allen 3 Büretten die gleiche Menge abgeschiedener O_2 aufgefangen. Die ausgezeichnete Zuverlässigkeit der Methode ist durch diese vorzügliche Übereinstimmung der 3 Parallelversuche erwiesen. Dieses Resultat, welches die Angaben früherer Untersucher bestätigt und die Brauchbarkeit der Methode beweist, bedarf aber noch weiterer Feststellung, ob das Versuchsresultat nicht noch durch andere Momente der Versuchsanordnung bedingt ist. Denn über alle Faktoren des Versuchs müssen wir genaue Kenntnis haben, ehe wir abweichende Versuchsresultate auf die Beschaffenheit des verwendeten Blutes beziehen können. Schon von anderer Seite ist hervorgehoben, daß bei Verwendung hoher Konzentration der H_2O_2-Lösung die Fähigkeit des Blutes H_2O_2 zu zersetzen eine andere, und zwar eine geringere ist. Es wurden deshalb Versuche angestellt, die sich nur in Verwendung H_2O_2-Konzentration voneinander unterschieden.

Versuchsprotokoll.

Doppelversuch II.
Dreifacher Versuch III.
Dreifacher Versuch IV.

Aus den 3 Versuchen geht deutlich hervor, daß in der Tat bei Verwendung verschiedener H_2O_2-Lösungen verschiedene Werte der H_2O_2-Zersetzung gefunden werden. Zwischen der 1%igen und 2%igen H_2O_2-Lösung ist der Unterschied (Versuch 3) nicht

wesentlich, überschreitet nur wenig die der Methode anhaftende Fehlergrenze. Bei hoher Konzentration (4% ig) weicht die H_2O_2-Zersetzung ganz erheblich ab: sowohl die Zersetzung in den ersten 5 Minuten ist hier sehr viel geringer, auch die Gesamtzersetzung innerhalb 2 Stunden bleibt zurück gegenüber der in 2% iger Lösung (Versuch III). Auch bei der Verwendung doppelter

Versuch II.

Blut	2,5 ccm		2,5 ccm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5 ccm 1%		5 ccm 4%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	8,0	8,0	2,4	2,4
10	13,0	5,0	4,8	2,4
15	16,1	3,1	7,5	2,7
20	17,9	1,8	10,1	2,6
25	18,7	0,8	12,3	2,2
30	19,0	0,3	14,4	2,1
35	19,2	0,2	15,7	1,3
40	19,4	0,2	17,5	1,8
45	19,5	0,1	18,5	1,0
50	19,6	0,1	19,4	0,9
55	19,6	—	20,4	1,0
60	19,7	0,1	21,1	0,7
65	19,7	—	21,8	0,7
70	19,7	—	22,5	0,7
75	19,7	—	23,0	0,5
80	19,7	—	23,5	0,5
85	19,8	0,1	23,9	0,4
90	19,8	—	24,2	0,3
95	19,8	—	24,5	0,3
100	19,8	—	24,7	0,2
105	19,8	—	24,9	0,2
110	19,8	—	25,1	0,2
115	19,8	—	25,3	0,2
120	19,8	—	25,4	0,1

Mengen Blut tritt dieser Einfluß der hohen Konzentration deutlich zutage, wenn auch in geringerem Maße.

Versuch IV zeigt nun aber wiederum, wenn wir ihn mit Versuch III vergleichen, daß der Einfluß der verwendeten Blutmenge von großer Bedeutung ist. Wir finden, daß die doppelte Menge Blut ganz erheblich mehr als die doppelte Menge H_2O_2 spaltet. Da bei Versuch III und Versuch IV nicht dasselbe Blut — wenn auch von demselben Spender —, doch nicht das gleiche Blut verwendet wurde, mußte nunmehr bei der

Verwendung desselben Blutes festgestellt werden, ob auch hier die doppelte Menge Blut mehr als das doppelte Spaltungsvermögen zeigt.

Versuch III.

Blut: 2,5 cmm.

Blut	2,5 cmm		2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1%		5,0 ccm 2%		5,0 ccm 4%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 3	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	4,1	4,1	4,5	4,5	2,9	2,9
10	9,3	5,2	9,3	4,8	5,5	2,6
15	11,7	2,4	11,7	2,4	7,8	2,3
20	13,0	1,3	13,0	1,3	9,4	1,6
25	13,8	0,8	13,7	0,7	10,5	1,1
30	14,3	0,5	14,2	0,5	11,5	1,0
35	14,7	0,4	14,4	0,2	12,0	0,5
40	14,9	0,2	14,6	0,2	12,4	0,4
45	15,1	0,2	14,8	0,2	12,7	0,3
50	15,3	0,2	14,9	0,1	12,9	0,2
55	15,4	0,1	15,0	0,1	13,1	0,2
60	15,5	0,1	15,1	0,1	13,3	0,2
120	15,6	0,1	15,3	0,2	13,6	0,3

Versuch IV.

Blut: 5,0 cmm.

Blut	5,0 cmm		5,0 cmm		5,0 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1%		5,0 ccm 2%		5,0 ccm 4%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 3	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	18,3	18,3	19,5	19,5	11,0	11,0
10	19,7	1,5	27,5	8,0	20,4	9,4
15	20,4	0,6	30,2	2,7	26,5	6,1
20	20,5	0,1	31,2	1,0	29,6	3,1
25	20,6	0,1	31,7	0,5	31,4	1,8
30	20,7	0,1	32,1	0,4	32,2	0,8
35	20,8	0,1	32,3	0,2	32,8	0,6
40	20,8	—	32,4	0,1	33,3	0,5
45	20,9	0,1	32,5	0,1	33,6	0,3
50	20,9	—	32,6	0,1	33,8	0,2
55	20,9	—	32,7	0,1	34,0	0,2
60	20,9	—	32,7	—	34,2	0,2

Versuch V.

Im Versuch V wurde der Einfluß der doppelten Menge Blut: 2,5 und 5,0 cmm Blut auf 5,0 ccm 1% H_2O_2 untersucht. Hier finden wir in den ersten 5 Minuten von der doppelten Menge Blut auch annähernd die doppelte Menge H_2O_2 zersetzt. Dann läßt die Zersetzung bei der hohen Blutmenge (5,0 cmm) schnell nach, bei der geringeren Blutmenge langsam. Immerhin hat nach 1 und $1^1/_2$ Stunden die Zersetzung durch 2,5 cmm Blut noch nicht ganz die Zersetzungsmenge von 5,0 cmm Blut erreicht.

Versuch V.

Blut	2,5 cmm		5,0 cmm	
Verdünnungs-flüssigkeit	2,5 cmm Aqua dest. steril.		2,5 cmm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5 ccm 1%		5 ccm 1%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	9,8	9,8	18,0	18,0
10	13,3	3,5	19,9	1,9
15	14,8	1,5	20,6	0,7
20	15,7	0,9	20,8	0,2
25	16,3	0,6	21,0	0,2
30	17,6	0,3	21,1	0,1
35	17,8	0,2	21,2	0,1
40	17,0	0,2	21,2	—
45	17,1	0,1	21,2	—
50	17,2	0,1	21,2	—
55	17,3	0,1	21,2	—
60	17,4	0,1	21,2	—
65	17,5	0,1	21,3	0,1
70	17,5	—	21,3	—
75	17,6	0,1	21,3	—
80	17,6	—	21,3	—
85	17,7	0,1	21,3	—
90	17,7	—	21,3	—

Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß nach dem Verlauf der Zersetzung auch die 2,5 cmm Blut schließlich ebensoviel H_2O_2 zersetzt haben würden als die 5,0 cmm Blut. Keinesfalls können wir allgemein sagen: die doppelte Menge Blut zersetzt die doppelte Menge H_2O_2. Für die anfängliche Zersetzung in der ersten Zeit trifft es annähernd zu, für die Gesamtzersetzung nicht. Die Menge des Blutes hätte hiernach nur Einfluß auf den Verlauf der Reaktion, nicht aber auf das Gesamtresultat.

Versuch VI.

Versuch VI mit Verwendung statt 1% H_2O_2-Lösung mit 4% H_2O_2-Lösung hat dem Sinne nach dasselbe Ergebnis (Zahlenwert

allerdings anders). Hier wird in den ersten 5 Minuten von der doppelten Menge Blut sogar das Dreifache des H_2O_2 zersetzt und nach 80 Minuten hat die doppelte Menge mehr als die doppelte Zersetzung vollbracht. Aber bei beiden ist die Zersetzung noch

Versuch VI.

Blut	2,5 cmm		5,0 cmm	
Verdünnungs-flüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5 ccm 4%		5 ccm 4%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	3,8	3,8	12,0	12,0
10	7,1	3,3	20,7	8,7
15	9,4	2,3	25,6	4,9
20	11,0	1,6	28,3	2,7
25	12,2	1,2	29,9	1,6
30	12,9	0,7	30,5	0,6
35	13,4	0,5	31,0	0,5
40	13,8	0,4	31,5	0,5
45	14,1	0,3	31,6	0,1
50	14,3	0,2	31,7	0,1
55	14,4	0,1	31,8	0,1
60	14,5	0,1	31,9	0,1
65	14,6	0,1	32,0	0,1
70	14,7	0,1	32,1	0,1
75	14,8	0,1	32,2	0,1
80	14,9	0,1	32,3	0,1

nicht beendet, und über die Gesamtzersetzung beider Blutmengen ist infolgedessen nichts auszusagen. Wie Versuch V zeigt aber auch Versuch VI, daß der Verlauf der Zersetzung von H_2O_2 durch Verwendung der doppelten Blutmenge beeinflußt ist: Bei wenig Blut (2,5 cmm) langsame Abnahme der anfangs stürmischen Entwicklung, bei doppelter Blutmenge (5,0 cmm) schnellere Abnahme.

Versuch VII.

Versuch VII mit 3 verschiedenen Blutmengen (2,5, 5,0 und 7,5 cmm) und 2% H_2O_2-Lösung läßt genau dieselben Verhältnisse erkennen. Es lassen sich keine einfachen Beziehungen zwischen der Menge des Blutes — Katalasenmenge — mit der Menge des entwickelten O_2 — Katalasewirkung — ermitteln. Versuch VII zeigt, daß in den ersten 5 Minuten bei doppelter Menge Blut die dreifache Menge O_2 entwickelt wird, bei dreifacher Menge Blut die fünffache Menge O_2! Nach 60 Minuten hat die doppelte Menge Blut auch die doppelte Menge O_2 entwickelt, aber die dreifache Menge

Blut noch lange nicht die dreifache Menge O_2. Der Faktor „Zeit" muß hiernach eine wesentliche Rolle spielen.

Eines geht aber mit absoluter Sicherheit aus diesen Versuchen hervor: es ist nicht angängig, die Katalasewirkung von 1 cmm Blut (Katalasezahl) zu berechnen aus den Versuchsresultaten, die bei Verwendung einer anderen Menge als 1 cmm Blut gewonnen wurden.

Versuch VII.

Blut	2,5 ccm		5,0 ccm		7,5 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 cmm Aqua dest. steril.		2,5 cmm Aqua dest. steril.		2,5 cmm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5 ccm 2%		5 ccm 2%		5 ccm 2%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 3	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	5,9	5,9	17,5	17,5	29,8	29,8
10	11,5	5,6	29,1	11,6	39,6	9,8
15	14,3	2,8	32,7	3,6	41,2	1,6
20	15,7	1,4	34,2	1,5	41,7	0,5
25	16,4	0,7	34,6	0,4	42,0	0,3
30	16,9	0,5	34,9	0,3	42,3	0,3
35	17,2	0,3	35,1	0,2	42,5	0,2
40	17,4	0,2	35,3	0,2	42,6	0,1
45	17,5	0,1	35,4	0,1	42,7	0,1
50	17,6	0,1	35,5	0,1	42,8	0,1
55	17,7	0,1	35,6	0,1	42,9	0,1
60	17,8	0,1	35,7	0,1	43,0	0,1

Es ist sehr wohl möglich, daß manche Verschiedenheiten, die aufs Blut bezogen wurden, aus diesen Tatsachen ihre Erklärung finden.

Der Einfluß der Konzentration des verwendeten H_2O_2 führt nun auch darauf zu fragen, ob nicht auch die Menge der haemolysierenden Verdünnungsflüssigkeit (Aqua dest.) von Einfluß ist. Denn durch diesen Zusatz von destilliertem Wasser erfolgt doch auch eine Konzentrationsänderung der zufließenden H_2O_2-Lösung. Bei unseren Versuchen kann dieser Einfluß weniger zutage treten, da immer dieselbe Menge benutzt wurde. Folgende Überlegung erläutert die Verhältnisse: wir haben zu den 2,5 cmm Blut 2,5 ccm Aqua dest. zugesetzt; durch diese 2,5 ccm Aqua dest. wird die Konzentration der 5 ccm zufließenden H_2O_2-Lösung um $^1/_3$ (aus einer 3% wird eine 2% H_2O_2-Lösung) geringer. Versuch VIII bestätigt diese Überlegung.

Versuch VIII.

Versuch VIII zeigt, daß in der Tat das Versuchsergebnis von dem Grade der Blutverdünnung beeinflußt ist. Insbesondere

weicht die stärkste Verdünnung von den anderen doch merklich ab. Bei dieser starken Verdünnung bleibt sowohl die Anfangszersetzung in den ersten 5—10 Minuten, wie auch die Gesamtzersetzung innerhalb 60 Minuten, merklich gegen die geringeren Verdünnungen zurück.

Es empfiehlt sich daher bei Vergleichsversuchen auch hierauf Rücksicht zu nehmen und immer mit derselben Verdünnung zu arbeiten.

Versuch VIII.

Blut	2,5 cmm		2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 cmm Aqua dest. steril.		5,0 ccm Aqua dest. steril.		10,0 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5 ccm 2%		5 ccm 2%		5 ccm 2%	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 3	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	5,4	5,4	5,8	5,8	2,2	2,2
10	11,0	5,6	11,6	5,8	4,6	2,4
15	14,8	3,8	15,3	3,7	7,6	3,0
20	17,2	2,4	17,7	2,4	10,5	2,9
25	18,6	1,4	18,9	1,2	12,6	2,1
30	19,5	0,9	20,0	1,1	14,4	1,8
35	20,1	0,6	20,3	0,3	15,8	1,4
40	20,6	0,5	20,6	0,3	16,8	1,0
45	20,9	0,3	20,9	0,3	17,5	0,7
50	21,1	0,2	21,1	0,2	18,3	0,8
55	21,3	0,2	21,3	0,2	18,8	0,5
60	21,4	0,1	21,4	0,1	19,3	0,5

Beeinflussung der Katalasewirkung durch Zusätze zur H_2O_2-Lösung.

Bei Beginn meiner Untersuchungen hatte ich die H_2O_2-Lösungen aus dem E. Merck'schen Präparat Perhydrol (Spezialsorte für Tropen) hergestellt. Nach einer Reihe von Versuchen stiegen Bedenken auf über die Verwendung dieses Präparates. Bei genauerer Durchsicht der Angaben über dieses Perhydrol fand sich, daß dieses Präparat durch einen Zusatz konserviert ist, um die Zersetzung durch die Wärme hintanzuhalten. Unfreiwillig waren damit eine Reihe von Versuchen angestellt, aus welchen der Einfluß der Katalasewirkung des Blutes durch Zusätze zur H_2O_2-Lösung zu ersehen ist. Es ist ja bekannt, daß Enzyme durch gewisse Zusätze ihre Wirkung verlieren oder in ihrer Wirkung wesentlich beeinträchtigt werden. Man spricht von einer „Vergiftung". Auch die anorganische Katalase Bredig's,

Versuch IX.

Blut	2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungs-flüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 cmm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1% (**Tropen**-P.)		5,0 ccm 1% (**Rein**-P.)	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 1 zu 1 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 1 zu 1 Min.
1	1,1	1,1	3,4	3,4
2	1,9	0,8	5,1	1,7
3	3,8	1,9	6,6	1,5
4	5,1	1,3	8,0	1,4
5	6,2	1,1	9,2	1,2
6	7,6	1,4	10,3	1,1
7	8,7	1,1	11,3	1,0
8	9,5	0,8	12,2	0,9
9	10,3	0,8	13,0	0,8
10	11,1	0,8	13,8	0,8
11	11,8	0,7	14,5	0,7
12	12,3	0,5	15,0	0,6
13	12,8	0,5	15,6	0,5
14	13,5	0,7	16,0	0,4
15	13,9	0,4	16,4	0,4
16	14,3	0,4	16,8	0,4
17	14,6	0,3	17,2	0,4
18	14,9	0,3	17,6	0,4
19	15,3	0,4	17,9	0,3
20	15,5	0,2	18,2	0,3
21	15,8	0,3	18,4	0,2
22	16,0	0,2	18,6	0,2
23	16,2	0,2	18,8	0,2
24	16,4	0,2	19,0	0,2
25	16,5	0,1	19,2	0,2
26	16,7	0,2	19,3	0,1
27	16,8	0,1	19,4	0,1
28	16,0	0,2	19,5	0,1
29	17,1	0,1	19,6	0,1
30	17,3	0,2	19,7	0,1
31	17,4	0,1	19,8	0,1
32	17,5	0,1	19,9	0,1
33	17,6	0,1	19,9	0,0
34	17,7	0,1	20,0	0,1
35	17,8	0,1	20,1	0,1
36	17,8	0,0	20,1	0,0
37	17,9	0,1	20,2	0,1
38	17,0	0,1	20,2	0,0
39	18,0	0,0	20,2	0,0
40	18,1	0,1	20,3	0,1
41	18,2	0,1	20,4	0,1
42	18,3	0,1	20,4	0,0
43	18,4	0,1	20,5	0,1
44	18,4	0,0	20,5	0,0
45	18,5	0,1	20,6	0,1

Versuch IX. (Fortsetzung.)

Blut	2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungs-flüssigkeiten	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1% (**Tropen**-P.)		5,0 ccm 1% (**Rein**-P.)	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 1 zu 1 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 1 zu 1 Min.
46	18,5	0,0	20,6	0,0
47	18,5	0,0	20,6	0,0
48	18,6	0,1	20,7	0,1
49	18,6	0,0	20,7	0,0
50	18,6	0,0	20,7	0,0
51	18,7	0,1	20,7	0,0
52	18,7	0,0	20,8	0,1
53	18,7	0,0	20,8	0,0
54	18,8	0,1	20,8	0,0
55	18,8	0,0	20,8	0,0
56	18,8	0,0	20,9	0,1
57	18,9	0,1	20,9	0,0
58	18,9	0,0	20,9	0,0
59	18,9	0,0	20,9	0,0
60	19,0	0,1	21,0	0,1

kolloidales Platin, konnte durch Zusatz bestimmter Stoffe unwirksam gemacht werden. Es wurde deshalb die Einwirkung der Blutkatalase auf reines Perhydrol und auf Tropen-Perhydrol vergleichend untersucht. Wir brauchen nur diese ersten Versuche mit reinem und Tropen-Perhydrol zu vergleichen.

Versuch IX.

Der Versuch zeigt deutlich wesentlichen Unterschied bei Verwendung dieser beiden Perhydrolsorten. Und zwar in der Hauptsache betrifft der Unterschied den Verlauf der Zersetzung. Bei dem reinen Perhydrol setzt die Zersetzung sofort stürmisch ein und klingt verhältnismäßig rasch ab. Bei dem Tropen-Perhydrol setzt sie langsam ein, steigt aber auch schnell zur höchsten Zahl in der dritten Minute und sinkt dann langsam ab; ist in 30 Minuten noch doppelt so stark als beim reinen Perhydrol. Insgesamt wurden aus beiden Präparaten innerhalb 60 Minuten annähernd gleiche Mengen O_2 entwickelt.

Kurve.

So finden wir, daß auch durch Verwendung verschiedener Perhydrolpräparate die Katalasewerte ganz wesentlich beeinflußt werden. Im übrigen konnte aber auch bei Verwendung von Tropenperhydrol der Einfluß der übrigen Faktoren auf das Untersuchungsergebnis festgestellt werden trotz des im Großen und

Ganzen anderen Verlaufs. Auch bei aus Tropenperhydrol hergestellten Lösungen wurden verschiedene Werte der H_2O_2-Zersetzung bei verschieden konzentrierter H_2O_2-Lösung gefunden.

Doppel-Versuch X.

Blut	2,5 cmm		2,5 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1% (Tropen-P.)		5,0 ccm 4% (Tropen-P.)	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	8,0	8,0	2,8	2,8
10	12,5	4,5	6,0	3,2
15	14,4	1,9	7,8	1,8
20	15,0	1,1	9,3	1,5
25	16,2	0,7	10,3	1,0
30	16,7	0,5	11,1	0,8
35	16,9	0,2	11,5	0,4
40	17,1	0,2	11,8	0,3
45	17,3	0,2	12,1	0,3
50	17,4	0,1	12,3	0,2
55	17,5	0,1	12,5	0,2
60	17,6	0,1	12,6	0,1
65	17,7	0,1	12,7	0,1
70	17,8	0,1	12,8	0,1
75	17,8	0,0	12,9	0,1
80	17,8	0,0	12,9	0,0
85	17,9	0,1	13,0	0,1
90	17,9	0,0	13,0	0,0
95	17,9	0,0	13,1	0,1
100	18,0	0,1	13,1	0,0
105	18,0	0,0	13,1	0,0
110	18,0	0,0	13,2	0,1
115	18,1	0,1	13,2	0,0
120	18,1	0,0	13,2	0,0

Versuch X.

Vergleicht man die Zersetzung bei der 1% und 4% Lösung durch 2,5 cmm Blut, so findet man bei der 4% Lösung sowohl in den ersten 5 Minuten als auch in der Gesamtzersetzung ein deutliches Zurückbleiben der O-Entwicklung gegenüber der 1% Lösung. Es ist also auch hier unverkennbar der Einfluß der Konzentration auf die Zersetzung des O zu erkennen, in demselben Sinne wie bei dem entsprechenden Versuche mit reiner Perhydrollösung.

Versuch XI.

In Versuch XI wurde der Einfluß der doppelten Menge Blut (2,5 und 5,0 cmm Blut) auf 5,0 ccm 1% H_2O_2-Lösung — aus

Tropen-Perhydrol hergestellt — untersucht. Wir finden hier in den ersten 5 Minuten von der doppelten Menge Blut auch gut die doppelte Menge H_2O_2 zersetzt. Dann läßt die Zersetzung bei der größeren Blutmenge schnell nach, bei der kleineren Menge langsam. Nach 1 und nach $1^1/_2$ Stunden hat die Zersetzung durch 2,5 cmm Blut noch nicht die Zersetzungsmenge von 5,0 cmm Blut erreicht.

Aus diesem Versuch ist wieder zu ersehen, daß die doppelte Menge Blut nicht die doppelte Menge H_2O_2 zersetzt.

Versuch XI.

Blut	2,5 cmm		5,0 cmm	
Verdünnungs-flüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 1 % (Tropen)		5,0 ccm 1 % (Tropen)	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	7,0	7,0	15,5	15,5
10	10,7	3,7	18,8	3,3
15	12,0	1,3	19,6	0,8
20	12,5	0,5	19,8	0,2
25	12,9	0,4	20,0	0,2
30	13,0	0,1	20,1	0,1
35	13,2	0,2	20,2	0,1
40	13,3	0,1	20,2	0,0
45	13,4	0,1	20,3	0,1
50	13,4	0,0	20,3	0,0
55	13,5	0,1	20,3	0,0
60	13,6	0,1	20,3	0,0
65	13,6	0,0	20,4	0,1
70	13,7	0,1	20,4	0,0
75	13,7	0,0	20,4	0,0
80	13,7	0,0	20,4	0,0
85	13,8	0,1	20,4	0,0
90	13,8	0,0	20,4	0,0

Versuch XII.

Versuch XII mit Verwendung statt 1 % H_2O_2-Lösung mit 4 % H_2O_2-Lösung hat dem Sinne nach dasselbe Ergebnis wie Versuch XI. Bei Versuch XII wird in den ersten 5 Minuten von der doppelten Menge Blut annähernd das vierfache des H_2O_2 zersetzt; nach 80 Minuten hat die doppelte Menge Blut mehr als die doppelte Zersetzung vollbracht. Da bei beiden Versuchen die Zersetzung noch nicht vollendet ist, läßt sich über das Resultat der Gesamtzersetzung beider Blutmengen nichts aussagen.

Die Versuche XI und XII zeigen wiederum (analog den Versuchen mit reinem Perhydrol), daß der Verlauf der Zersetzung

von H_2O_2 durch Verwendung der doppelten Blutmenge beeinflußt ist, da auch hier bei wenig Blut (2,5 cmm) eine langsame Abnahme der anfangs stürmischen O-Entwicklung stattfindet, bei doppelter Blutmenge (5,0 cmm) eine schnellere Abnahme sich einstellt.

Wenn wir die entsprechenden Versuchsreihen der mit reiner Perhydrollösung angestellten Versuche und die entsprechenden Versuchsreihen der mit Tropen-Perhydrollösung angestellten Versuche betrachten, so finden wir, daß bei der reinen Perhydrollösung die anfängliche O-Entwicklung etwas stürmischer verläuft

Versuch XII.

Blut	2,5 cmm		5,0 cmm	
Verdünnungsflüssigkeit	2,5 ccm Aqua dest. steril.		2,5 ccm Aqua dest. steril.	
H_2O_2-Zusatz	5,0 ccm 4% (Tropen)		5,0 ccm 4% (Tropen)	
Zeit nach Minuten	Wasserstand i. der Bürette B 1	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.	Wasserstand i. der Bürette B 2	Entwickelter O_2 in ccm v. 5 zu 5 Min.
5	2,8	2,8	10,8	10,8
10	6,0	3,2	18,4	7,6
15	8,0	2,0	21,0	2,6
20	0,7	0,7	22,3	1,3
25	9,2	0,5	22,8	0,5
30	9,4	0,2	23,2	0,4
35	9,6	0,2	23,4	0,2
40	9,7	0,1	23,5	0,1
45	9,8	0,1	23,7	0,2
50	9,8	0,0	23,8	0,1
55	9,9	0,1	23,9	0,1
60	9,9	0,0	23,9	0,0
65	9,9	0,0	24,0	0,1
70	10,0	0,1	24,0	0,0
75	10,0	0,0	24,0	0,0
80	10,0	0,0	24,1	0,1

und die weitere Sauerstoffabspaltung etwas schneller vor sich geht als bei der Tropen-Perhydrollösung; doch scheinen sich die Endresultate, wenn die einzelnen Versuche über noch längere Zeit beobachtet würden, einander anzugleichen. Man kann hieraus wohl folgern, daß das Tropen-Perhydrol einen hemmenden Einfluß auf die Katalasewirkung ausübt.

Ein ganz wichtiger Faktor bei der Katalasebestimmung der nicht unberücksichtigt bleiben darf, ist die Zeit, innerhalb welcher die Katalase auf die H_2O_2-Lösung zersetzend einwirkt. Denn die O_2-Abspaltung zieht sich über eine längere Zeitspanne hin, wenn auch der größte Teil des Sauerstoffs in den ersten 15 Minuten entwickelt wird, und es muß zu sehr voneinander abweichenden Resultaten führen, wenn nicht stets das Versuchsergebnis aus

einer entsprechend langen und gleichen Zeit ermittelt wird. Dies geht auch aus sämtlichen Versuchen hervor. Es spielt also die Zeit bei der H_2O_2-Zersetzung (Katalasewirkung) eine wesentliche Rolle, und sie muß deshalb unbedingt bei der Bestimmung einer Katalasezahl berücksichtigt werden.

Da nach den vorliegenden Untersuchungen durch verschiedene Blutmengen auch verschieden große Mengen H_2O_2 zersetzt werden, die in keinem bestimmten Verhältnis zu einander stehen, so läßt sich auch daraus nicht von dem Spaltungsvermögen einer hohen Blutmenge auf das Spaltungsvermögen einer geringeren Blutmenge schließen, d. h. es ist eine Errechnung der „Katalasezahl" nicht angängig. Hieraus folgt auch, daß die Aufstellung des „Katalaseindex", der Beziehung zwischen Anzahl der Erythrozyten und der Katalasezahl (Quotient aus Katalasezahl und Millionen Erythrozyten) nicht möglich ist.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß es äußerst schwierig ist, die Menge der Blutkatalase zu bestimmen. Je nach Verwendung verschiedener Blutmengen, verschieden konzentrierter H_2O_2-Lösungen, ja sogar verschiedener Verhältnisse dieser beiden Faktoren zueinander, Temperatur und vor allem auch Dauer der Einwirkung der Katalase, ergibt die Bestimmung verschiedene Werte. So gut bei Parallelversuchen unter Einhaltung ganz genau der gleichen Versuchsbedingungen wertvolle und genaue Vergleichszahlen in solchen Reihenversuchen gewonnen werden, so ganz willkürlich und abweichend voneinander erscheinen die absoluten Zahlen, wenn nicht peinlichst auf absolute Gleichheit aller Faktoren geachtet wurde.

Angesichts dieser unserer Versuchsresultate erklären sich die verschiedenen Zahlenwerte verschiedener Untersucher. An einem Beispiel mag dies demonstriert werden. Von Jolles wurde schon 1905 auf Grund zahlreicher Versuche der Begriff „Katalasezahl" aufgestellt. (Wiener Medizin. Wochenschrift 1905). Jolles schlägt vor, „die Anzahl von Grammen Wasserstoffsuperoxyd, welche 1 ccm Blut unter den angegebenen Bedingungen — 0,01 ccm Blut auf 10 ccm verdünnt, 30 ccm 1% H_2O_2, ca. 15° Cels., Dauer 2 Stunden — zersetzt, als Katalasezahl zu bezeichnen." Bach und Zubkowa sagen: „Die Katalasezahl ist also die in Milligrammen H_2O_2 ausgedrückte Peroxydmenge, die durch 0,001 ccm Blut unter den angegebenen Bedingungen zersetzt wird."

Da Bischoff genau nach der Methode von Bach und Zubkowa arbeitet, sind demnach die Werte von Bischoff mit denen von Bach genau bis in alle Einzelheiten miteinander vergleichbar und z. B. sind die Versuchsergebnisse von Bach-Blutkatalasezahlen von Erwachsenen 14 — 18 — mit denen von Bischoff übereinstimmend. Vergleichen wir dagegen die Zahlen dieser beiden Autoren mit

denen von Jolles, so könnten wir aus der Katalasezahl von Jolles zwar berechnen, daß 1 cmm Blut 23 mmg zersetzt, dazu aber 2 Stunden braucht. Die Katalasezahl von Jolles aus 10 cmm Blutwirkung auf 1% H_2O_2-Lösung läßt sich berechnen auf 1 cmm Blutwirkung, dagegen können wir die bei zweistündiger Einwirkung gewonnene Zahl nicht auf 30 Minuten berechnen. Wir können nicht entscheiden, ob der Mittelwert der Katalasezahl von Jolles 23,0 von der Katalasezahl von Bach 14 — 18 auf eine Verschiedenheit des Blutes der Versuchsperson zu beziehen ist, oder ob die Verschiedenheit der Versuchsbedingungen: 1. verschiedene Blutmengen beim Versuch (1 cmm und 10 cmm), 2. verschiedene Konzentration der H_2O_2-Lösung (2% und 1%), 3. verschiedene Temperatur (37° und 15°), 4. verschiedene Einwirkungsdauer (2 Stunden und 30 Minuten) den Unterschied erklärt. Bei Wiederholung solcher Untersuchungen ist hierauf Rücksicht zu nehmen, und es wird sich empfehlen, in keiner Weise, auch nicht in den kleinsten Abweichungen von der gewählten Versuchsanordnung abzuweichen.

Bach und Zubkowa verwenden zu jedem Versuch 1 ccm einer mit Aqua dest. hergestellten Blutlösung 1:1000 und füllen diesen mit 7 ccm Aqua auf; hierzu geben sie 2 ccm 1% H_2O_2-Lösung und lassen bei einer Temperatur von 37° die Lösungen 30 Minuten aufeinander einwirken. Sodann wird durch Titration die verbrauchte H_2O_2-Menge ermittelt.

Bischoff wendet dieselbe Versuchsanordnung an wie Bach und Zubkowa. Deshalb sind auch seine Resultate mit denen von Bach und Zubkowa vergleichbar. Jolles dagegen hat eine andere Versuchsanordnung. Von einer mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellten Blutaufschwemmung 1:1000 verwendet er zu jedem Versuch 10 ccm, die er auf 30 ccm einer etwa 2% H_2O_2-Lösung 2 Stunden lang einwirken läßt. Die Anzahl Gramm H_2O_2, welche von 1 ccm Blut zersetzt wird, berechnet Jolles aus dem Untersuchungsresultat von 10 cmm Blut.

Da bei diesen ganz verschiedenen Versuchsanordnungen zwischen Bach-Zubkowa und Bischoff einerseits und Jolles andererseits — verschieden auch in Bezug auf: Blutlösung in Aqua dest. und Blutaufschwemmung in NaCl-Lösung, die nach Terhechte ebenfalls ein ungleiches Resultat bedingen — sich auch verschiedene Resultate ergeben müssen, so können demnach auch die Ergebnisse in keiner Weise miteinander verglichen werden.

Die Versuchsresultate von Neinens können nicht mit den vorliegenden verglichen werden, da — abgesehen von der Verschiedenheit mancher Faktoren bei der Versuchsanordnung wie z. B. Verwendung von 8,2 cmm Blut verschiedener Menge der Verdünnungsflüssigkeit — auch die im Texte und in den Tabellen

angegebenen Werte auf 10 cmm Blut umgerechnet sind. Zum Vergleich lassen sich auch nicht die Zahlenwerte von Heyse heranziehen, da Heyse eine kleinere Menge H_2O_2-Lösung (3 ccm) zusetzt, von einer tausendfach verdünnten Blutlösung, die mit Wasser hergestellt ist, 1 ccm verwendet und sich das Resultat bei zweistündiger Einwirkungsdauer auf 1,02 cmm Blut bezieht. (Beide Untersucher haben möglicherweise die zu den in Frage kommenden Versuchen gebrauchte H_2O_2-Lösung aus Tropen-Perhydrol Merck hergestellt.) Allein schon wegen der Verschiedenheit der verwendeten Blutmengen sind auch von beiden Untersuchern die Resultate nicht miteinander vergleichbar, während die Versuchsresultate jedes einzelnen Untersuchers unter sich vergleichbar sind.

Abgesehen von den Mengenverhältnissen bei einer chemischen Reaktion ist vor allem aber auch die Geschwindigkeit und der Verlauf, mit welchem die Reaktion von statten geht, für die Beurteilung von besonderer Bedeutung. Zu jeder Zeit ist man bei Gebrauch des Katalasemessers nach Professor Koeppe über den Verlauf und über die in einer bestimmten Zeit entwickelte O_2-Menge unterrichtet. Denn aus sämtlichen vorliegenden Versuchen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß die O_2-Entwicklung während der Einwirkungsdauer der Lösungen nicht gleichmäßig erfolgt, sondern in den ersten Minuten am stürmischsten ist und dann (allmählich) abfällt. Man kann aus der angewandten Versuchsanordnung ersehen, wie lange die O-Entwicklung anhält und wie sich die Lösungen bei Zusatz von weiterem H_2O_2 oder anderen Zusätzen in Bezug auf die O-Entwicklung verhalten. Außerdem erspart man bei dieser einfachen und doch sehr genauen Methode der volumetrischen Katalasebestimmung, bei der man sämtliche in Betracht kommenden Bedingungen beobachten kann, die Titration und die umständlichen Rechnungen und hat noch den Vorzug vor anderen Methoden, daß man mit ihr den Verlauf der H_2O_2-Zersetzung fortlaufend genauest verfolgen kann.

Man könnte noch fragen, ob längere Zeit nach dem Anstellen der Versuche die Wirkung der Katalase noch vorhanden ist und in welchem Grade. Bei einigen Versuchen, die nach Ablauf der Beobachtungszeit weiterhin stehen blieben, konnte auf Zusatz der in der Bürette verbliebenen Rest H_2O_2-Lösung noch nach 12 Stunden wieder O-Entwicklung nachgewiesen werden. Doch können nur systematisch ausgeführte Versuchsreihen genaueren Aufschluß über diese Frage bringen.

Zusammenfassung.

I. Die Katalasewirkung des menschlichen Blutes ist abhängig:
   1. von dem Einfluß der H_2O_2-Konzentration;
   2. von dem Einfluß der Blutmenge;

3. von dem Einfluß der Menge der Verdünnungsflüssigkeit;
4. von der Zeit, innerhalb welcher die Lösungen aufeinander einwirken.

II. Ausschlaggebend auf den Verlauf der Reaktion ist auch die Art der H_2O_2-Lösung (Tropen oder reines Perhydrol). Tropen-Perhydrollösung übt einen hemmenden Einfluß auf die Katalasewirkung aus.

III. Eine Errechnung der Katalasezahl für eine Teilblutmenge aus einem für eine größere Blutmenge gewonnenen Resultate ist nicht angängig.

Zum Schlusse sei mir gestattet, Herrn Professor Dr. Koeppe für seine Anregung zur Arbeit, seine liebenswürdige Anleitung und hilfreiche Unterstützung während derselben herzlichst zu danken.

Literaturverzeichnis.

Senter: Das Wasserstoffsuperoxyd zersetzende Enzym des Blutes. Zeitschrift für physik. Chemie. Bd. 44. S. 257. 1903.

C. Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen. 1903.

Jolles: Katalysatoren vom physiologisch-chemischen Standpunkte. Separatabdruck aus der Wiener Med. Wochenschrift. 1905.

Jolles und Oppenheim: Beiträge zur Kenntnis der Blutfermente. Separatabdruck aus Virchows Archiv für Path., Anatomie und Physiologie. Bd. 180. 1905.

Schellhase: Über die Katalase der Milch. Inaug.-Dissertation Gießen 1906.

I. Wohlgemuth: Grundriß der Fermentmethoden. 1913.

Heyse: Über die Messung der Katalase des Blutes. Inaug.-Dissertation Gießen 1922.

Neinens: Katalase im Blute vor und nach der Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne in Vitro et in corpore. Inaug.-Dissertation Gießen 1923.

A. Bach und Zubkowa: Über die Fermentzahlen des Blutes. Biochem. Zeitschrift. Bd. 125. S. 283. 1921.

Iwanitzky-Wassilenko und A. Bach: Über die Fermentzahlen des Blutes. Biochem. Zeitschrift. Bd. 147. S. 469. 1924.

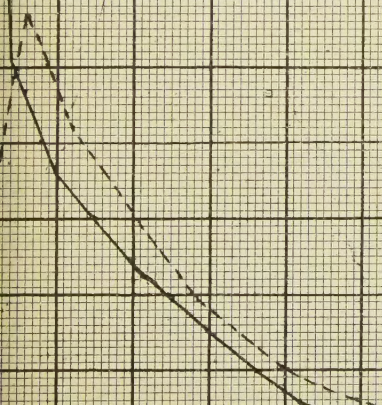
Bischoff: Über die katalytische Wirkung des Blutes mit besonderer Berücksichtigung des Kindesalters. Sonderabdruck aus Archiv für Kinderheilkunde. Bd. 82. H. 2—3. 1927.

J. Schmitt: Über die Katalase des Blutes, Inaug.-Dissertation Gießen 1928.

Kurve des Versuchs IX.

———— = Kurve bei reiner Perhydrolösung

- - - - - - = Kurve bei Troben-Perhydrollösung



Lebenslauf.

Ich, Hans Jost, geboren am 16. November 1895 in Rüdesheim a. Rh., besuchte die heimatliche Volksschule vom 6.-10. Lebensjahre, hierauf das humanistische Gymnasium zu Hadamar bis zu meinem am 4. November 1914 erfolgten Eintritt ins Feldheer, dem ich bis Dezember 1918 angehörte.

Am 3. Juli 1915 bestand ich vor der Prüfungskommission in Höchst am Main das Maturitätsexamen.

Das Medizinstudium begann ich im Dezember 1918 an der Universität Frankfurt am Main und legte dort nach 5 Semestern am 18. Februar 1921 die ärztliche Vorprüfung ab. Das 6. und 7. Studiensemester verbrachte ich an der Universität München. Nach 2 weiteren Semestern an der Universität Gießen beendigte ich das Staatsexamen am 11. Mai 1923 ebenfalls in Gießen. Nach Ablauf meiner Tätigkeit als Medizinalpraktikant am Bürgerhospital in Saarbrücken wurde mir die Approbation als Arzt vom 24. Januar 1924 ab erteilt. Hierauf war ich als Assistenzarzt tätig: $1^1/_2$ Jahre am Bürgerhospital in Saarbrücken und $2^1/_2$ Jahre an der Heilstätte Sonnenberg bei Saarbrücken. Seit März 1928 bin ich an der Universitäts-Kinderklinik in Gießen als Volontärarzt beschäftigt.